

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЇ НАСИЧЕННЯ ОЧИЩЕНОГО РОЗСОЛУ ГАЗАМИ ВИРОБНИЦТВА СОДИ

Переверзева А. М., Бобух А. О.

Національний технічний університет «ХПІ», pereverzieva_alia@ukr.net

Технологія виробництва кальцинованої соди за аміачним способом (ВКС) має у своєму складі основні та допоміжні технології зі складними технологічними процесами та апаратами із замкненими циклами за матеріальними потоками. Особливість зазначених технологій полягає у змінюванні характеристик у часі через непередбачені порушення технологічного режиму за рахунок наявності агресивних та абразивних середовищ, які кристалізуються. Для цих технологій характерними є складні залежності поміж вхідними та вихідними параметрами, значні запізнювання за основними каналами керування тощо.

Однією із основних є складна технологія насичення очищеного розсолу газами ВКС. Ця технологія включає такі апарати: промивач повітря вакуум-фільтрів (ППВФ), другий промивач газу карбоколон (ПГКЛ-2), промивач газу абсорбції (ПГАБ), абсорбер (АБ), які називають абсорбційною колоною, а також пластинчатий холодильник (ПХ) і збірник амонізованого розсолу (ЗАР). Ці апарати називають елементами технології насичення очищеного розсолу газами ВКС, а сама технологія представлена чотирьма елементами [1], які мають аналогічні відомі вихідні (i) та вхідні параметри (j). Розв'язання задачі розробки математичної моделі основної технології насичення очищеного розсолу газами ВКС за відомими вихідними $i = \overline{1, m}$ та вхідними $j = \overline{1, n}$ (де $n > m$) параметрами являє собою дуже складну задачу.

Аналіз виконаних досліджень різних методів розробки математичних моделей складних хімічних технологій спонукав зробити висновок, що застосування методу рекурсивної регресії та алгоритму його використання надає можливість отримувати високу точність математичних моделей, порівняно з розв'язанням тієї самої задачі методом найменших квадратів [2].

Для перевірки працездатності цих методів та отримання оцінки, що дозволяє виконати порівняльний аналіз їх за точністю ідентифікації ξ , були виконані дослідження на мікропроцесорному контролері, при цьому міру точності оцінювали за відношенням їх середньоквадратичних відхилень. З урахуванням вищеведеного за даними експериментальних досліджень для одного із елементів основної технології насичення очищеного розсолу газами ВКС було вибрано один ($i = 1$) із важливих вихідних (Y_1) параметрів, який залежить від п'яти ($j = \overline{1, 5}$) вхідних (X_j) параметрів.

За методом найменших квадратів розраховано коефіцієнти (a_j) математичної моделі та прості середні арифметичні значення параметрів ($\overline{Y_1}$), ($\overline{X_{j=1,5}}$) у вигляді:

$$Y_1 = a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_4 \cdot X_4 + a_5 \cdot X_5 + C_1, \quad (1)$$

де Y_1 – температура амонізованого розсолу із ПХ, $\bar{Y}_1 = 30$ °С; X_1 – витрати води в ПХ, $\bar{X}_2 = 164$ м³/год.; X_2 – витрата води в нижню частину АБ, $\bar{X}_2 = 94$ м³/год.; \bar{X}_3 – витрата очищеного розсолу в ПГКЛ-2, $\bar{X}_3 = 84$ м³/год.; X_4 – температура парогазової суміші із АБ в ПГАБ, $\bar{X}_4 = 68$ °С; X_5 – температура амонізованого розсолу із АБ в ПХ, $\bar{X}_5 = 62$ °С; а також a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – коефіцієнти при відповідних параметрах математичної моделі та C_1 – вільний член у формулі (1) (значення представлено в табл. 2).

Для розрахунку за методом рекурсивної регресії коефіцієнтів відповідних параметрів та вільного члена математичної моделі (1) спочатку потрібно визначити залежність мінімальної точності ідентифікації ξ від величин діагональних елементів матриці P_k , результати розрахунку представлені в табл.1.

Таблиця 1. Залежність міри точності ідентифікації ξ від величин діагональних елементів матриці P_k при обробці масиву експериментальних даних

P_k	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
ξ	0,2	0,0	0,001	0,0	0,9	1,8
	71	39		54	84	79

Аналіз даних табл. 1 свідчить, що мінімальне значення точності ідентифікації ξ отримано для оптимального значення діагональної матриці $P_0 = 10^3$.

Визначені значення коефіцієнтів та вільного члена математичної моделі (1) за методом найменших квадратів (НК) та розраховані за методом рекурсивної регресії (РР) ці ж значення для отриманої мінімальної точності ξ наведено в табл. 2. за формулою (1).

Таблиця 2. Розраховані значення коефіцієнтів і вільних членів математичної моделі

Методи	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	C_1	ξ
НК	0,1416	0,0997	0,2017	-0,2743	-0,0526	2,9835	–
РР при $P_0 = 10^3$	0,1415	0,0996	0,2015	-0,2746	-0,0527	2,9806	0,001

В результаті досліджень розроблена математична модель технологія насичення очищеного розсолу газами ВКС за методами найменших квадратів та рекурсивної регресії, який сприяє значному скороченню об'єму пам'яті сучасних мікропроцесорних контролерів, порівнюючи з вирішенням такої ж задачі методами найменших квадратів [1].

1. Бобух А. А. Оценка некоторых параметров объектов производства соды рекурсивными методами [Текст] / А. А. Бобух, М. А. Подустов, А. Н. Переверзева // Вісник НТУ «ХПІ». – Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – 2014. – № 51 (1093). – С. 11–15. – ISSN 2079-0821.

2. Kushner H. J. Stochastic Approximation and Recursive Algorithms and Applications [Text] / H. J. Kushner, G. G. Yin. – New-York: Springer-Verlag-New-York-Inc., 2003. – 498 p. – ISBN 978-0-387-21769-7.